

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 27 AUG 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 568.1

Anmeldetag: 03. August 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Sensorelement

IPC: G 01 N 27/406

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

Best Available Copy

01.08.02 Pg/

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Sensorelement

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

Ein derartiges Sensorelement ist beispielsweise aus der DE 198 34 276 A1 bekannt. Das planare, längliche Sensorelement enthält eine elektrochemische Zelle mit einer ersten und einer zweiten Elektrode sowie einem zwischen der ersten und der zweiten Elektrode angeordneten Festelektrolyten. Weiterhin ist ein mäanderförmiger Heizer mit Zuleitungen vorgesehen, der zwischen zwei porösen Isolationsschichten aus Aluminiumoxid angeordnet ist. Rings um die Isolationsschichten ist ein Dichtrahmen angebracht, der im wesentlichen aus Zirkonoxid besteht. Der Dichtrahmen erstreckt sich bis zur Außenfläche des Sensorelements und dichtet die Isolationsschichten und den Heizer gasdicht ab.

Derartige Dichtrahmen haben üblicherweise eine Breite, die im Bereich von 10 bis 15 Prozent der Gesamtbreite des Sensorelements liegt. Unter der Breite wird hier und im folgenden die Ausdehnung (beispielsweise von Dichtrahmen, Isolation oder Sensorelement) in der Richtung parallel zur Schichtebene des Sensorelements und senkrecht zur Längsachse des Sensorelements verstanden. Weiterhin wird unter der Breite des Dichtrahmens die Gesamtbreite verstanden, also die Summe der Breiten der beiden Abschnitte des Dichtrahmens, die auf den beiden Seiten der Isolationsschichten angeordnet sind.

Zur Herstellung derartiger Sensorelemente werden Festelektrolytfolien im ungesinterten Zustand mit Funktionsschichten, also beispielsweise mit Elektroden, Schutzschichten, Heizerleiterbahn, Dichtrahmen, Isolationsschichten oder Schichten aus einem porenbildenden Material bedruckt. Gegebenenfalls werden Hohlräume, wie
5 beispielsweise ein Referenzgasraum, durch Stanzen in eine Festelektrolytfolie eingebracht. Die derart bearbeiteten Festelektrolytfolien werden danach unter Aufbringung einer Laminierkraft zusammenlaminiert und anschließend einem Sinterprozess unterworfen.

10 Die Sensorelemente werden im Nutzen zusammenlaminiert und anschließend vereinzelt. Aufgrund von fertigungstechnisch bedingten Toleranzen beim Vereinzeln der Sensorelemente liegen die Funktionsschichten nach dem Vereinzeln nicht immer genau mittig im Sensorelement. Somit kann die Breite des auf der einen Seite der Heizerisolierung liegenden Abschnitts des Dichtrahmens kleiner sein als die Breite des
15 Abschnitts des Dichtrahmens auf der anderen Seite.

Der Dichtrahmen und die Isolationsschichten zeigen unterschiedliche Sinteraktivitäten, das heißt, die Sinterschwindung und/oder die Temperatur, bei der der Sinterprozess einsetzt, unterscheiden sich. Bei einem asymmetrischen Dichtrahmen kann aufgrund der
20 unterschiedlichen Sinteraktivität eine Verkrümmen des Sensorelements beim Sintern auftreten. Derartig verkrümmte Sensorelemente lassen sich nicht in die vorgesehene Halterung des das Sensorelement enthaltenden Gasmessfühlers einbringen.

In der DE 102 00 052 ist weiterhin ein Sensorelement beschrieben, bei dem eine erste auf konstantem Potential liegende Heizerzuleitung in einer Schichtebene zwischen einer zweiten Heizerzuleitung und einer Messeinrichtung angeordnet ist. Dadurch wird die Messeinrichtung, beispielsweise eine elektrochemische Zelle, durch die erste Heizerzuleitung von der zweiten Heizerzuleitung abgeschirmt. Zwischen den beiden Heizerzuleitungen ist eine gedruckte Isolationsschicht vorgesehen.

30 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass eine Abweichung vom Soll
35 beim Vereinzeln des Sensorelements eine deutlich geringere oder gar keine Verkrümmung des Sensorelements nach sich zieht. Da die Gesamtbreite des

5 Dichtrahmens mindestens 25 Prozent der Breite des Sensorelements beträgt, unterscheidet sich (bei gleichen Fertigungstoleranzen) die Breite des einen an die Heizerisolation angrenzenden Abschnitts des Dichtrahmens von der Breite des anderen Abschnitts des Dichtrahmens prozentual deutlich weniger als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Sensorelementen. Damit verringert sich auch die aus der Asymmetrie der beiden Abschnitte des Dichtrahmens resultierende Verkrümmung des Sensorelements.

10 Weiterhin ist der Einfluss der Heizerisolation, deren Sinteraktivität sich von der Sinteraktivität der umgebenden Festelektrolytfolien unterscheidet, auf eine Verkrümmung des Sensorelements umso geringer, je geringer der Abstand der Heizerisolation von der Symmetrieachse und je geringer die Breite der Heizerisolation bezogen auf die Breite des Sensorelements ist.

15 Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Sensorelements möglich.

20 Das Sensorelement weist einen Messbereich und einen Zuleitungsbereich auf. Der Messbereich des Sensorelements ist an dem dem Abgas zugewandten Endabschnitt des Sensorelements vorgesehen. Seine Ausdehnung ist bezogen auf die Längsausdehnung des Sensorelements gering. Im Messbereich sind beispielsweise Elektroden und ein Heizer angeordnet, die durch im Zuleitungsbereich angeordnete Zuleitungen mit Kontaktflächen elektrisch verbunden sind. Die Kontaktflächen, die auf dem dem Messbereich abgewandten Endabschnitt des Sensorelements angeordnet sind, sind mit Leiterelementen elektrisch verbunden, über die das Sensorelement mit einer außerhalb des Gasmessfühlers angeordneten Auswerteelektronik verbunden ist.

30 Um die Ausdehnung der elektrischen Elemente im Messbereich des Sensorelements nicht durch einen breiten Dichtrahmen zu beschränken, kann die Breite des Dichtrahmens im Messbereich des Sensorelements weniger als 25 Prozent der Breite des Sensorelements betragen. Da die Längsausdehnung des Messbereichs deutlich geringer ist als die Längsausdehnung des Zuleitungsbereichs, wird eine Verkrümmung des Sensorelements auch dann wirksam verringert, wenn der Dichtrahmen nur im Zuleitungsbereich eine Breite von mindestens 25 Prozent der Breite des Sensorelements aufweist.

Fertigungstechnisch besonders zuverlässig wird die Verkrümmung vermieden, wenn die Breite des Dichtrahmens zumindest im Zuleitungsbereich im Bereich von 30 bis 80 Prozent der Breite des Sensorelements liegt.

5 Die Breite des Dichtrahmens im Zuleitungsbereich kann noch erhöht werden, wenn die Zuleitungen in verschiedenen Schichtebenen des Sensorelements übereinander angeordnet und beispielsweise durch eine gedruckte Isolationsschicht voneinander getrennt sind.

10 Das Sensorelement weist im Messbereich mindestens eine elektrochemische Zelle auf, die zwei Elektroden sowie einen zwischen den Elektroden angeordneten Festelektrolyten aufweist. Vorteilhaft enthält der Dichtrahmen einen Festelektrolyten und ist mit der Heizerleiterbahn und der die Heizerleiterbahn umgebenden Isolation zwischen zwei Festelektrolytschichten angeordnet, um eine gute Verbindung zwischen Dichtrahmen, Festelektrolytschichten und Festelektrolyt der elektrochemischen Zelle zu gewährleisten.

15

Im Bereich des Heizers entstehen hohe Temperaturunterschiede, die zu starken mechanischen Spannungen in der Isolation des Heizers führen können. Ist die Isolation der Heizerleiterbahn porös ausgeführt, so ist die Isolation so elastisch, dass Risse in der Isolation vermieden werden. Um das Eindringen von schädlichen Gasen in die Isolation des Heizers zu verhindern, weist der Dichtrahmen eine geringere Porosität als die Isolation auf und ist vorzugsweise gasdicht. Vorteilhaft reicht der Dichtrahmen bis zur Außenfläche des Sensorelements.

20

Der Dichtrahmen enthält als Hauptbestandteil mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkonoxid. Zur Anpassung der Sinteraktivität des Dichtrahmens an die Isolationsschichten enthält der Dichtrahmen einen Zusatz von 0,1 bis 1,0 Gewichtsprozent, vorzugsweise 0,5 Gewichtsprozent Siliziumoxid.

30 Zeichnung

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen Figur 1 einen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Sensorelements entlang der Linie I – I in Figur 2, Figur 2 einen Längsschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel entlang der Linie II – II in Figur 1 und Figur 3, Figur 3 einen Querschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel entlang der Linie

35

III – III in Figur 2, Figur 4 einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Sensorelements, wobei Figur 3 auch einen Querschnitt durch das zweite Ausführungsbeispiel entlang der Linie III – III in Figur 4 darstellt, und Figur 5 einen Querschnitt durch einen Zuleitungsbereich eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Sensorelements.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1, Figur 2 und Figur 3 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensorelements 10. Das Sensorelement 10 ist schichtförmig aufgebaut und enthält eine erste Festelektrolytschicht 21, eine zweite Festelektrolytschicht 22 und eine dritte Festelektrolytschicht 23. Das Sensorelement 10 ist in dem Fachmann bekannter Weise in einem Gasmessfühler verbaut.

Zwischen der ersten und der zweiten Festelektrolytschicht 21, 22 ist eine Heizerleiterbahn 41 mit einer Isolation 43 vorgesehen. Die Isolation 43 ist eine poröse Schicht aus Aluminiumoxid, die die Heizerleiterbahn 41 vollständig umgibt. Die Isolation 43 der Heizerleiterbahn 41 ist seitlich, also in der Schichtebene der Heizerleiterbahn 41, von einem gasdichten Dichtrahmen 44 umgeben. Der Dichtrahmen 44 erstreckt sich bis zur Außenfläche des Sensorelements 10.

Der Dichtrahmen 44 besteht im wesentlichen aus Zirkonoxid, das mit einem Yttriumoxid-Anteil im Bereich von 2,5 bis 3,5 Gewichtsprozent stabilisiert ist, und das einen Zusatz von Siliziumoxid im Bereich von 0,1 bis 1,0 Gewichtsprozent enthält. Weiterhin ist dem Dichtrahmen 44 zur Anpassung der Sinteraktivität an die umgebenden Elemente Aluminiumoxid, vorzugsweise mit einer mittleren Teilchengröße von kleiner 0,1 µm, sowie als Flussmittel Barium oder Fluor zugesetzt.

In die zweite Festelektrolytschicht 22 ist ein Referenzgasraum 35 eingebracht, der ein Referenzgas enthält. Im Referenzgasraum 35 ist auf der dritten Festelektrolytschicht 23 eine erste Elektrode 31 aufgebracht. Auf der der ersten Elektrode 31 gegenüberliegenden Seite der dritten Festelektrolytschicht 23 und damit auf einer Außenfläche des Sensorelements 10 ist eine zweite Elektrode 32 vorgesehen, die dem Abgas ausgesetzt ist und von einer nicht dargestellten porösen Schutzschicht überzogen ist. Die erste und die zweite Elektrode 31, 32 bilden zusammen mit dem zwischen den beiden Elektroden 31, 32 angeordneten Festelektrolyten 23 eine elektrochemische Zelle. Liegen an der ersten

Elektrode 31 (im Referenzgasraum 35) und an der zweiten Elektrode 32 (im Abgas) unterschiedliche Sauerstoffpartialdrücke vor, so bildet sich zwischen den beiden Elektroden 31, 32 eine Spannung aus, die ein Maß für den Sauerstoffpartialdruck im Abgas ist (Nernstzelle). Die elektrochemische Zelle 31, 32, 23 ist in einem Messbereich 15 des Sensorelements 10, also an dem dem Abgas zugewandten Endabschnitt des Sensorelements 10, angeordnet.

Die Heizerleiterbahn 41 weist einen als Heizer 41a ausgebildeten Abschnitt auf. Ein weiterer Abschnitt der Heizerleiterbahn 41 wird durch zwei Zuleitungen 41b gebildet. Der Heizer 41a ist im Messbereich 15 des Sensorelements 10 vorgesehen und dient der Beheizung der elektrochemischen Zelle. Der Heizer 41a ist durch die beiden Zuleitungen 41b mit Kontaktflächen (nicht dargestellt) elektrisch verbunden, die auf der dem Messbereich 15 abgewandten Endabschnitt des Sensorelements 10 auf der Außenfläche des Sensorelements 10 vorgesehen sind. Ebenso sind für die beiden Elektroden 31, 32 je eine zu einer Kontaktfläche führende Zuleitung 310, 320 vorgesehen. Der die Zuleitungen 41b des Heizers 41a und die Zuleitungen 310, 320 der Elektroden 31, 32 enthaltende Bereich des Sensorelements 10 wird als Zuleitungsbereich 16 des Sensorelements 10 bezeichnet. Die Längserstreckung des Zuleitungsbereichs 16 (entlang der Längsachse des Sensorelements 10) ist ungefähr zwei- bis dreimal so lang wie die Längserstreckung des Messbereichs 15.

Mittels einer an sich bekannten Kontaktierungseinrichtung sind die Kontaktflächen mit Leiterelementen elektrisch kontaktiert, über die die elektrischen Elemente (Elektroden 31, 32 und Heizer 41a) mit einer außerhalb des Gasmessfühlers angeordneten Auswerteelektronik verbunden sind.

Das Sensorelement 10 weist eine Länge von 6 cm, eine Breite von 4 mm und eine Höhe von 1,1 mm auf. Die Breite der beiden Abschnitte des Dichtrahmens 44, die die Isolation 43 beidseitig umgeben und sich bis zur Außenfläche des Sensorelements 10 erstrecken, liegt insgesamt bei 1,4 mm. Der Abstand der Isolation 43 von der Außenfläche des Sensorelements 10 und damit die Breite eines Abschnitts des Dichtrahmens 44 liegt bei einem symmetrisch geschnittenen Sensorelement 10 jeweils bei 0,7 mm. Die Breite des Dichtrahmens 44 beträgt damit insgesamt 35 Prozent der Breite des Sensorelements 10.

Die Breite des Dichtrahmens 44 bleibt bei dem ersten Ausführungsbeispiel entlang der Längsachse des Sensorelements 10, also im Messbereich 15 (Figur 1) und im Zuleitungsbereich 16 (Figur 3), konstant.

5 In Figur 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensorelements 10 dargestellt, das sich vom ersten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Dichtrahmen 44a im Messbereich 15 eine geringere Breite als der Dichtrahmen 44b im Zuleitungsbereich 16 aufweist. Damit ist beim zweiten Ausführungsbeispiel die Isolation 43a im Messbereich 15 breiter als die Isolation 43b im Zuleitungsbereich 16. Einander
10 entsprechende Elemente wurden beim zweiten Ausführungsbeispiel mit denselben Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

Die Breite des Dichtrahmens 44a im Messbereich 15 beträgt beim zweiten Ausführungsbeispiel insgesamt 0,8 mm, die Breite des Dichtrahmens 44b im
15 Zuleitungsbereich 16 beträgt wie im ersten Ausführungsbeispiel insgesamt 1,4 mm. Da sich die Breite des Dichtrahmens 44 im ersten Ausführungsbeispiel und die Breite des Dichtrahmens 44b im Zuleitungsbereich 16 des zweiten Ausführungsbeispiels nicht unterscheiden, stellt Figur 3 einen Querschnitt durch den Zuleitungsbereich 16 des ersten und zweiten Ausführungsbeispiels des Sensorelements 10 dar.

20 Figur 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensorelements 10. Einander entsprechende Elemente wurden beim dritten Ausführungsbeispiel mit denselben Bezugszeichen wie beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel bezeichnet. Bei dem Sensorelement 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel sind die Heizerzuleitungen 41b in übereinanderliegenden Schichtebenen angeordnet und durch eine gedruckte Isolationsschicht getrennt. Damit kann die Isolation 43b im Zuleitungsbereich 16 noch schmäler als bei den ersten beiden Ausführungsbeispielen ausgeführt werden. Die Breite der Isolation 43b im Zuleitungsbereich 16 beträgt 1,8 mm. Dementsprechend weist der Dichtrahmen 44b im Zuleitungsbereich 16 insgesamt eine
30 Breite von 2,2 mm auf, also 55 Prozent der Breite des gesamten Sensorelements 10. Der Dichtrahmen 44 ist wie beim zweiten Ausführungsbeispiel im Messbereich 15 schmäler als im Zuleitungsbereich 16 ausgeführt.

35 Die Erfindung ist nicht auf den in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Sensortyp beschränkt, sondern lässt sich auf anderen Sensortypen übertragen, die eine von einem Dichtrahmen umgebene Heizerleiterbahn mit Isolation aufweisen. Insbesondere lässt sich

die Erfindung auf Breitband-Lambdasonden oder auf Sonden zum Nachweis von NO_x, HC, CO oder andere Gasbestandteile des Abgases von Verbrennungsmaschinen übertragen.

01.08.02 Pg/..

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

30

35

1. Schichtförmig aufgebautes Sensorelement (10), insbesondere zum Nachweis einer physikalischen Größe eines Messgases, vorzugsweise zum Nachweis der Temperatur des Messgases oder der Konzentration einer Gaskomponente des Messgases, mit einer in einer Schichtebene des Sensorelements (10) angeordneten Heizerleiterbahn (41), die einen Heizer (41a) und eine Heizerezuleitung (41b) umfasst, und die in eine Isolation (43, 43a, 43b) eingebettet ist, wobei die Isolation (43, 43a, 43b) in der Schichtebene der Heizerleiterbahn (41) zumindest bereichsweise von einem Dichtrahmen (44, 44a, 44b) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnung des Dichtrahmens (44, 44b) in der Richtung parallel zu einer Schichtebene des Sensorelements (10) und senkrecht zur Längsachse des Sensorelements (10) zumindest bereichsweise mindestens 25 Prozent der Ausdehnung des Sensorelements (10) in dieser Richtung beträgt.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnung des Dichtrahmens (44, 44b) in der Richtung parallel zur Schichtebene des Sensorelements (10) und senkrecht zur Längsachse des Sensorelements (10) im Bereich von 30 bis 80 Prozent der Ausdehnung des Sensorelements (10) in dieser Richtung liegt.
3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtrahmen (44, 44a, 44b) einen Festelektrolyten, vorzugsweise mit Yttriumoxid stabilisiertes Zirkonoxid aufweist.

- 5 4. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtrahmen (44, 44a, 44b), die Isolation (43, 43a, 43b) und die Heizerleiterbahn (41) zwischen einer ersten und einer zweiten Festelektrolytfolie (21, 22) angeordnet sind, und dass der Dichtrahmen (44, 44a, 44b) die Isolation (43, 43a, 43b) umgibt und bis zur Außenfläche des Sensorelements (10) reicht.
- 10 5. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizerleiterbahn (41) in einem Messbereich (15) des Sensorelements (10) den Heizer (41a) und in einem Zuleitungsbereich (16) des Sensorelements (10) die zum Heizer (41a) führenden Heizerzuleitungen (41b) aufweist.
- 15 6. Sensorelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehnung des Dichtrahmens (44, 44b) in der Richtung parallel zur Schichtebene des Sensorelements (10) und senkrecht zur Längsachse des Sensorelements (10) im Zuleitungsbereich (16) mindestens 25 Prozent, vorzugsweise 30 bis 80 Prozent der Ausdehnung des Sensorelements (10) in dieser Richtung beträgt.
- 20 7. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuleitungen (41b) in verschiedenen Schichtebenen des Sensorelements (10) angeordnet sind.
8. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolation (43) einen höheren Porenanteil als der Dichtrahmen (44) aufweist und/oder dass der Dichtrahmen (44) gasdicht ist.
- 30 9. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke des Dichtrahmens (44) und der Heizerleiterbahn (41) mit Isolation (43) im Bereich von 52 bis 74 μm , insbesondere bei 60 μm liegt.
- 35 10. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (10) mindestens eine elektrochemische Zelle enthält, die eine erste Elektrode (31) und eine zweite Elektrode (32) sowie einen zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (31, 32) angeordneten Festelektrolyten (23) aufweist, wobei in das Sensorelement (10) ein Referenzgasraum (35) eingebracht ist, der ein Referenzgas enthält und in dem die erste Elektrode (31) angeordnet ist.

11. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Dichtrahmen (44, 44a, 44b) einen Zusatz von 0,1 bis 1,0 Gewichtsprozent, vorzugsweise 0,5 Gewichtsprozent Siliziumoxid enthält.

01.08.02 Pg/..

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sensorelement

Zusammenfassung

15

20

Es wird ein schichtförmig aufgebautes Sensorelement (10) vorgeschlagen, das insbesondere zum Nachweis einer physikalischen Größe eines Messgases, vorzugsweise zum Nachweis der Temperatur des Messgases oder der Konzentration einer Gaskomponente des Messgases dient. Das Sensorelement (10) enthält eine in einer Schichtebene des Sensorelements (10) angeordneten Heizerleiterbahn (41), die einen Heizer (41a) und eine Heizerzuleitung (41b) umfasst, und die in eine Isolation (43, 43a, 43b) eingebettet ist. Die Isolation (43, 43a, 43b) ist in der Schichtebene der Heizerleiterbahn (41) zumindest bereichsweise von einem Dichtrahmen (44, 44a, 44b) umgeben. Die Ausdehnung des Dichtrahmens (44, 44b) in der Richtung parallel zu einer Schichtebene des Sensorelements (10) und senkrecht zur Längsachse des Sensorelements (10) beträgt zumindest bereichsweise mindestens 25 Prozent, vorzugsweise 30 bis 80 Prozent der Ausdehnung des Sensorelements (10) in dieser Richtung.

(Fig. 1)

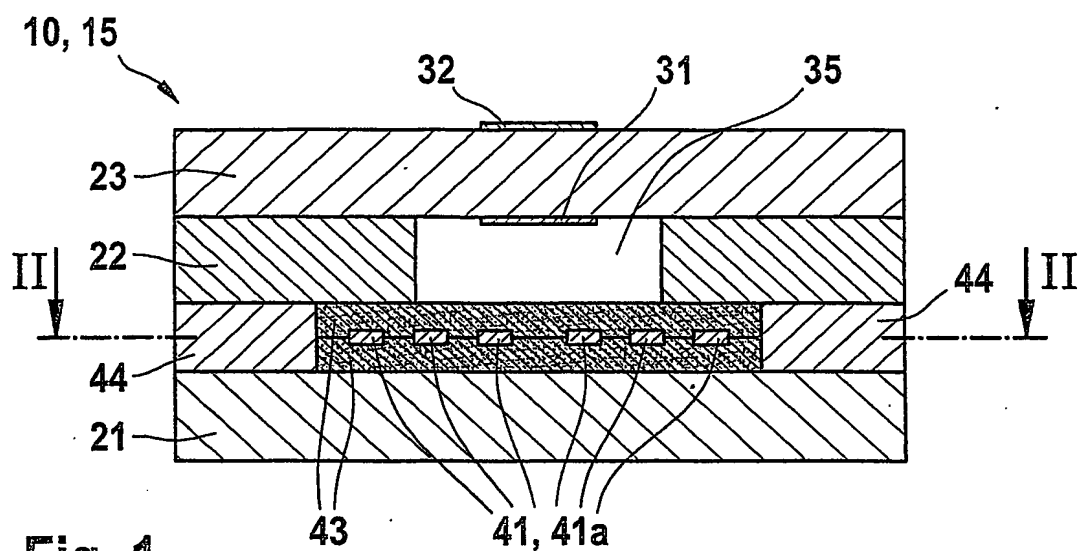


Fig. 1

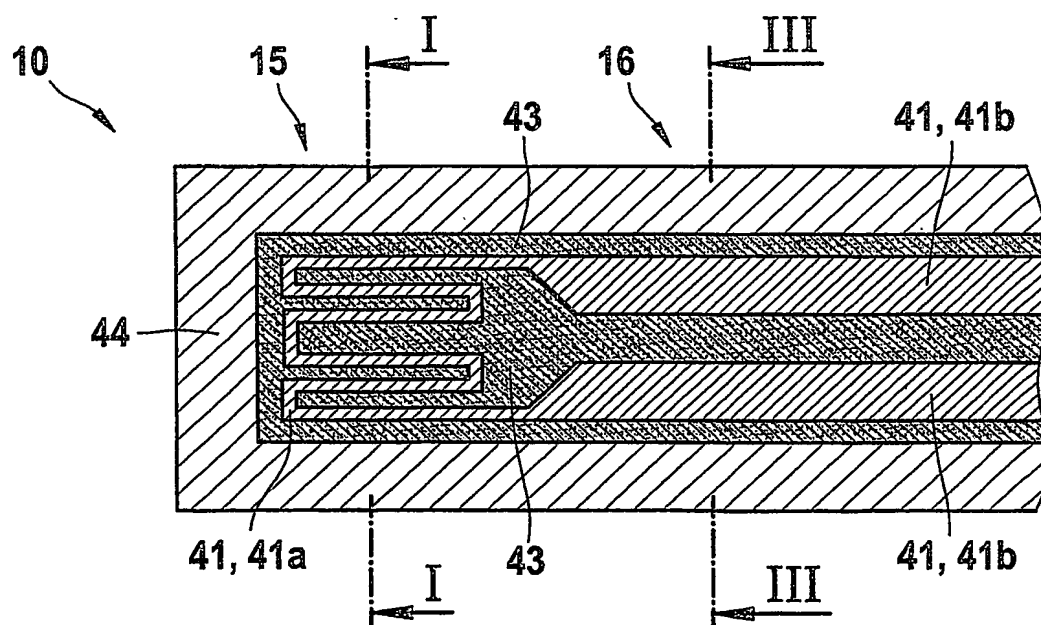


Fig. 2



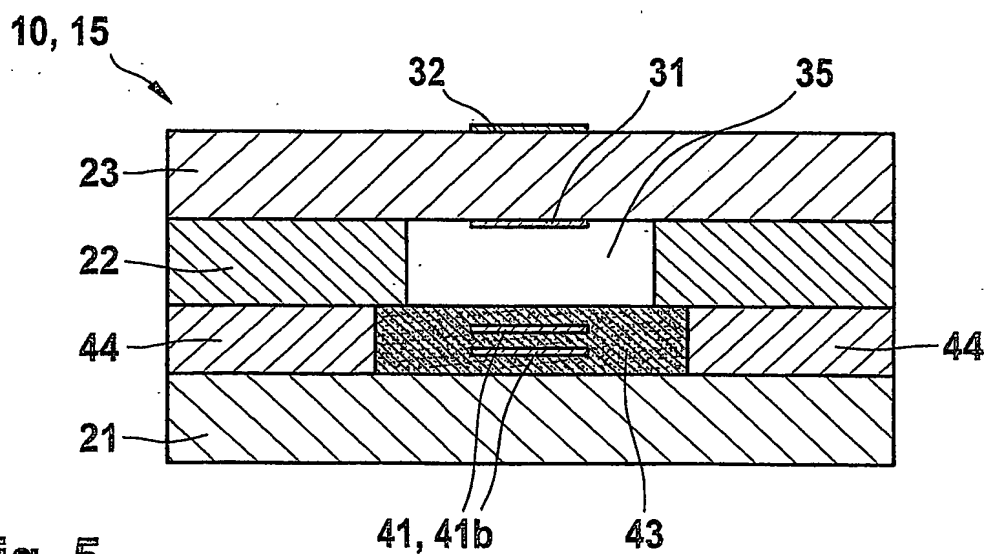


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.